Aus dem Institut für Anatomie
Arbeitsgruppe Professor Dr. med. H.-J. Merker
des Fachbereiches Natur- u. sozialwissenschaftliche
Grundlagenmedizin und medizinische Ökologie
der Freien Universität Berlin

DAS VERHALTEN DES MECKELSCHEN KNORPELS WÄHREND DER ENTWICKLUNG MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER SYMPHYSENREGION

Dissertation
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Zahnärztin Weinle, Elisabeth
aus Bremerhaven
1985

Aus dem Institut für Anatomie, Arbeitsgruppe Professor Dr. med. H.-J. Merker, des Fachbereiches Natur- u. sozialwissenschaftliche Grundlagenmedizin und medizinische Ökologie der Freien Universität Berlin

DAS VERHALTEN DES MECKELSCHEN KNORPELS WÄHREND DER ENTWICKLUNG MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER SYMPHYSENREGION

Dissertation

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

im Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Zahnärztin Weinle, Elisabeth

aus Bremerhaven

Referent: Professor Dr. med. H.-J. Merker

Korreferent: Professor Dr. Dr. W. Steinhilber

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 10. Juni 1985

Meinen Eltern

und

meiner Großmutter Henriette von Lintig

Inhaltsverzeichnis

	Seite
EINLEITUNG	7
Allgemeine Einführung in das Thema	7
Entwicklung des Unterkiefers	9
Zum Problem des "Foramen mentale mediale"	16
MATERIAL UND METHODEN	18
1. Versuchsreihe	19
2. Versuchsreihe	20
3. Versuchsreihe	20
BEFUNDE	22
DISKUSSION	31
ZUSAMMENFASSUNG	36
Literaturverzeichnis	
Bildmaterial	
Danksagung	

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549620_0012

EINLEITUNG

Allgemeine Einführung in das Thema

Die Entwicklung des menschlichen Unterkiefers ist schon oft untersucht worden (siehe Zusammenfassung S. 3 bis 10). Mit der Entdeckung Meckels vor über 150 Jahren schien sich das Problem der Umwandlung beim Menschen in das Schema aller Säugetiere einzuordnen. Dies kann auch heute noch als grobe Richtlinie akzeptiert werden.

Spätere Untersuchungen ergaben jedoch, daß spezielle Entwicklungsabläufe in dieser Körperregion bei anderen Säugern nicht ohne Vorbehalte und nur in Kenntnis der Gesamtzusammenhänge auf die menschliche Entwicklung übertragbar sind.

Die Schwierigkeiten bei allen Untersuchungen am menschlichen Material, besonders die Probleme der Materialbeschaffung, sind die gleichen geblieben und machen ein systematisches Forschen auf diesem Gebiet schwierig. Es werden deshalb immer wieder Fragen aus anderen Fachrichtungen aufgeworfen, die nicht beantwortet werden können. Weitere Untersuchungen, besonders am Menschen, sind also trotz vorliegender Publikationen durchaus wünschenswert.

Gerade in der Zahnmedizin - speziell in der Kieferorthopädie - nimmt die Unterkiefermitte-Symphysenregion eine wichtige Stellung ein. Erinnert sei hier an die Probleme des Kieferwachstums und eben der Veränderungen im Bereich der Regio mentalis in Abhängigkeit vom Alter

Darüberhinaus sind morphometrische Erfassungen dieses Bereiches sehr wichtig, aber nicht immer leicht durchzuführen.

Begriffe, die zur Bestimmung der wahren Unterkiefermitte benutzt werden, wie foramen mentale mediale, konnten anatomisch nicht genau definiert und erklärt, sowie entwicklungsgeschichtlich nicht sicher eingeordnet werden. Auch in der Röntgenologie tritt natürlich diese Problematik auf.

Daraus ist zu ersehen, daß die Region des menschlichen Unterkiefers in den Entwicklungsstufen und Umwandlungen - speziell die Symphysenregion - zwar schon oft bearbeitet wurde, aber noch längst nicht so erschöpfend, daß alle Fragen beantwortet werden können.

Zur Präzisierung der noch anstehenden offenen Fragen sollen die bisher erarbeiteten Befunde kurz zusammengefaßt werden.

Entwicklung des Unterkiefers

Der erste Kiemenbogen oder Viszeralbogen dient bei Nichtsäugern und anderen niederen Tetrapoden als Kieferbogen, der auch als Mandibularbogen bezeichnet wird.

Daraus entwickeln sich zwei Skelettstücke,

a) das obere Palatoquadratum und

b) das untere Mandibulare.

Ihre Funktion kann als primitiver oberer und unterer Kiefer bezeichnet werden. Die Artikulation geschieht im primären Kiefergelenk, dem Quadratoartikulargelenk (FRICKE 1983).

Bei Säugern wird der Meckelsche Knorpel umgeformt. Die verschiedenen Arten der Umwandlungsstufen bzw. Auflösungen sind bis heute noch nicht eindeutig geklärt.

1820 Meckel selbst behauptete, daß die Knorpelspange im 8. Monat verschwindet, eine Verknöcherung sei nicht festzustellen.

1837 Reichert war der erste, der Mineralisation oder Atrophie annahm. Seine Untersuchungen bezogen sich aber nur auf Rinderpräparate.

1869 Dursy und Callender waren es dann, die von Resten des Meckelschen Knorpels sprachen, die sie bei Neugeborenen im Symphysenbereich gefunden haben wollen.

1870 Callender vermutete dagegen dann später nur eine Verknöcherung eines Teils des Meckelschen Knorpels im Kinnbereich, den er als M e n t u m bezeichnete, während der Rest verschwindet.

1873 Strelzoff behauptete, Knorpelzellen würden spindelförmig und lösen sich dann im Bindegewebe auf.

1876 Brock gab drei Phasen der Unterkieferentwicklung an. Er teilte ein in :

a) periostale Anlage des Unterkiefers

b) Bildung von Sekundärknorpel am hinteren Unterkieferrand

c) gemischte metaplastische und endochondrale Ossification, d.h. aus beiden Typen zusammengesetzt an diesen Stellen.

Brock selbst hatte nie eine Verknöcherung des Meckelschen Knorpels bemerkt.
Im Gegenteil scheint sich der Unterkieferknochen vor einer Berührung mit der Meckelschen Knorpelspange zurückzuziehen, so daß sich dieser in einer Höhlung lingual befindet, die durch eine Osteoklastenvermehrung im Randgebiet charakterisiert ist.

Weiter bemerkte er bei älteren Embryonen Wucherungsprozesse in Zellgruppen, die auch nur noch durch geringe Zwischensubstanz voneinander getrennt lagen.

1879 Baumüller berichtete in einer ausführlichen Arbeit, in der er alle vorhergegangenen Untersuchungen noch einmal aufführte, er sei zu dem Ergebnis gekommen, daß der hintere Teil des Meckelschen Knorpels nach vorausgegangener Verkalkung der Intercellularsubstanz dann doch zerfällt und zwar durch bindegewebige Metaplasie.

Als zweiten Schritt beschrieb er eine Ossification der Sekundärknorpel im hinteren Bereich, mit Ausnahme der Symphyse.

1940 Watanabe sprach sich in seiner Arbeit auch für die letztgenannte Entwicklungstheorie aus, jedoch mit dem Unterschied, daß seine Verknöcherung im Stadium von 25 mm im Mento-Mechelian-Centrum beginnt. Danach bleibt bei Embryonen im Stadium von 70 mm nur noch Knorpel an der Medianlinie und hinter der Caninusanlage bestehen.
In den processi articularis, muscularis und im Kieferwinkel können auch noch Knorpelstücke vorkommen.

1956 B a y stellte fest, daß Versuche zur Erforschung von Entwicklungen im Bereich der Kinnregion nur Aufschluß geben, wenn menschliches Material verwendet wird, da das Kinn nach Bay eine rein menschliche Bildung ist.
"Die gestreckte Form des Unterkieferwinkels hängt zusammen mit der noch bestehenden Verbindung zwischen lateraler Knochenlamelle, darin befind-

lichem Meckelschen Knorpel und der Verbindung mit dem Porus acusticus."

Weiter muß man beachten, daß die Unterkieferformgebung zumindest bis zur 23. Woche stark durch Vererbung beeinflußt wird.

Dadurch ergibt sich, daß Untersuchungen an Tieren - wie bei Bhaskar (1953) an Rattenunterkiefern - mit Vorsicht auszuwerten sind und bei uns keine Berücksichtigung finden.

1953 Friant. Die Forschungen der französischen Wissenschaftlerin Friant ergaben folgendes:

Der Meckelsche Knorpel ist im 3. Monat in ganzer Länge darstellbar.

Ohne Zweifel lag die Schwierigkeit der Arbeit darin, daß der Meckelsche Knorpel sich anscheinend nicht in seiner ganzen Ausdehnung während einer Entwicklungsphase verändert. Es wurden Schnitte mit zwei nebeneinander liegenden Knorpelstücken gefunden.
Friant zeigte außerdem Knorpelfelder mit Zeichen einer Knochenbildung auf. Ihrer Meinung nach zeigen aber die einzelnen Schritte, d.h. die zytologische Entwicklung des Skelettsystems deutliche speciesspezifische Unterschiede.
Beobachtete Vorgänge an Präparaten anderer Arten können deshalb zur Klärung nicht mit herangezogen werden.

Frian gab als Erklärung an, daß ursprünglich Zwischenstufen durchlaufen würden, jetzt aber übersprungen werden können.

Durch die Verkürzung des menschlichen Gesichtes kann das Verschwinden der Meckelschen Knorpelspange im frontalen Abschnitt bis zum caninus erklärt werden. Der hintere Abschnitt bleibt erhalten und verkalkt vom 6. Monat an direkt endochondral so wie die anderen knorpeligen Teile der Schädelbasis.

1963 Reinbach beschrieb die Symphysenregion. Er beobachtete eine vorangegangene Drehung der Knorpelspange nach unten-medial, wobei die vordere Spitze die Medianlinie nicht erreicht.

Aus dem lateral anliegenden Mandibularknochen trat separat ein punktförmiges Stück Sekundärknorpel an der vorderen Spitze der Knochenspange hervor. In der Symphyse selbst war ein weiteres größeres Knorpelstück, anscheinend auch sekundärer Natur, zu sehen.

Diese Knorpelstücke im Symphysenspalt wurden auch in Starks Embryologie (1965) als Ossicula mentalia erwähnt.

1970 F o i k brachte hier in Berlin eine Arbeit heraus, die sich auf elektronenmikroskopische Untersuchungen des Meckelschen Knorpels bei Ratten bezog und deshalb für unsere Problemstellung nicht verwendbar ist.

1972 erschien in Berlin eine Arbeit von C r e d n e r , die am menschlichen Material keinen Zusammenhang zwischen endochondraler Ossification und Meckelschem Knorpel nachweisen konnte. Hier wurde sogar eine direkte Beteiligung des Meckelschen Knorpels an der Unterkieferverknöcherung abgelehnt. Unumstritten blieb seine Aufgabe als Schablone bei der Bildung des Unterkiefers.

1974 Moore und Lavell fanden an menschlichen Präparaten eine Resorption des eingeschlossenen Meckelschen Knorpels im Bereich caninus bis incisivus bis zur 13. Woche, die von einer Auffüllung dieser Gebiete durch intramembranösen Knochen gefolgt wurde. Eine endochondrale Ossification fand höchstens nur in kleinen Gebieten statt.

1982 Goret-Nicaise und D h e m vertraten die Ansicht, daß sich im Symphysenbereich secundärer Knorpel und chondroides Gewebe direkt aus dem Mesenchym differenzieren.

1984 Goret-Nicaise fand in einer weiteren Arbeit heraus, daß knorpelige Stellen an den ventralen Mandibulaextremitäten sekundärer Natur sind und sich im weiteren Verlauf teilweise vergrößern und endochondral ossifizieren. Gesondert wurden die Knorpelinseln im Symphysenspalt betrachtet und als "Chondriola symphysea" bezeichnet. Sie sind als direkte Restbestände des Meckelschen Knorpels nicht sekundärer

Überblickt man die vorliegende Literatur über das Verhalten des Meckelschen Knorpels im Unterkieferbereich, besonders in der Regio mentalis, können einige anerkannte Befunde, aber auch einige umstrittene Aspekte aufgelistet werden.

Folgende Befunde scheinen unumstritten :

a) Der Meckelsche Knorpel zeigt im frühen Stadium in seinem vorderen Drittel eine leichte Biegung nach unten medial. Die Spitzen berühren sich in der Symphyse nicht.

b) Der Meckelsche Knorpel erfährt später beim Menschen eine Verkürzung bzw. Auflösung bis in den Bereich der Zahnsäckchen des 2. Incisivus und Caninus.

c) An den ventralen Enden der Mandibularknochen tritt beidseitig ein weiteres Stück Knorpel hervor.

d) Auch im Symphysenspalt selbst sind Knorpelfragmente gefunden worden.

In der Literatur ist bis heute fraglich :

a) Ob eine direkte Beteiligung des Meckelschen Knorpels an der Unterkieferverknöcherung vorhanden ist?
Wenn ja - in seiner ganzen Ausdehnung ?
Wenn nein - was ist sein Schicksal ?

b) In welcher Form stehen die verbleibenden Knorpelzentren im Symphysenbereich mit dem Meckelschen Knorpel in Zusammenhang? Oder sind sie sekundärer Natur?

c) In welcher Art induzieren die Knorpelzentren die Weiterentwicklung des Unterkiefers?

d) Wo liegt der Ursprung der Knorpelfragmente mitten im Symphysenspalt?

Zum Problem des "Foramen mentale mediale"

Da die Aufmerksamkeit dieser Arbeit besonders dem Symphysenbereich gilt und ein Teil der Fragestellung aus der Kieferorthopädie und Röntgenologie kommt, werden auch Informationen aus diesen Bereichen mit herangezogen. Hier scheint der Begriff des "Foramen mentale mediale" von Bedeutung und auch noch ungeklärt zu sein.

1938 C. Parma, "Irrtümer der Röntgendiagnostik", beschrieb in der Mitte der Symphyse, unterhalb der mittleren Incisivi, oberhalb der spina mentalis eine stecknadelförmige Transparenz, die er auch als "Foramen mentale mediale" bezeichnete.

1977 E. Stafne beschrieb das "Formen linguale" in Zusammenhang mit einem Ast der arteria incisiva.

1980 J.H. Barr und A. Stephens sprachen im "Dental Radiologie" vom "lingual foramen".

1980 Schulze erwähnte in seinem Buch "Einführung in die Kieferorthopädie", Band I, den Begriff "Foramen mentale mediale", der röntgenologisch genutzt wird, um die wahre Unterkiefermitte fest-

zustellen. Dieser Begriff ist in der anatomischen "Pariser Nomenklatur" unbekannt. Ob es sich hier um einen Kanal handelt, in dem Nerven und/oder Gefäße verlaufen, ist ungeklärt.

Untersuchungen zur Entstehung und Anatomie dieses Foramens existieren nach unseren Erkenntnissen bisher noch nicht. Bei den hier durchgeführten Studien soll dieser Aspekt deshalb mit berücksichtigt werden.

In dieser Arbeit sollen deshalb einige Punkte bearbeitet werden, die auch praktisch von gewisser Wichtigkeit, jedoch bisher noch nicht in genügender Sicherheit abgeklärt sind.

a) Besteht eine direkte Verbindung zwischen dem Meckelschen Knorpel und Knorpelresten im Symphysenspalt?

b) Sind verbleibende Knorpelinseln im Unterkieferknochen sekundärer Natur und wie ist deren Weiterentwicklung ?

c) Der Nachweis einer Gefäßstruktur in der Symphysenmitte als Erklärung für das beschriebene foramen linguale bzw. foramen mentale mediale.

MATERIAL UND METHODEN

Für die Untersuchungen verwendeten wir menschliches Material. In einem Fall waren für eine Parallelunter-suchung keine gleich großen Foeten vorhanden, so daß ein Kompromiß eingegangen werden mußte.
Da die Bestimmung des Alters der Foeten, d.h. das Ovulationsalter, nicht genau bekannt war, wurden die Scheitel-Steiß-Längen bei der Aufstellung einer Alters-reihe berücksichtigt.
Wir wählten Foeten mit verschiedenen Scheitel-Steiß-Längen (SSL) bzw. Biparietallängen (größter Abstand zwischen den beiden ossa parietalia) aus. Normaler-weise lassen sich mit diesen Angaben Rückschlüsse auf das Alter ziehen. Die SSL und Biparietallänge wurden deshalb auf Schwangerschaftsdauer (Schwangerschafts-wochen = SSW) nach den üblichen Tabellen (GEIGY) umgerechnet.
Das Material wurde in Formol (4 %ig) fixiert und gelagert.

Umrechnung des Biparietalabstandes und der Scheitel-Steiß-Länge auf Schwangerschaftswochen (Lit.: Wissen-schaftliche Tabellen Geigy, 8. Aufl., 1982, S. 14-17):

Biparietal (2. Vers.)		SSL (3. Vers.)	
3,0 cm	= 14,5 SSW	13 cm	= 17,5 SSW
4,0 cm	= 17,5 SSW	16 cm	= 19,5 SSW
4,25 cm	= 18,0 SSW	19 cm	= 22,5 SSW
4,75 cm	= 19,5 SSW	21 cm	= 24,0 SSW
5,25 cm	= 21,0 SSW	26 cm	= 32,0 SSW
5,5 cm	= 22,0 SSW	29 cm	= 36,0 SSW

1. Versuchsreihe

Foeten der 9., 10., 11. und 14. Schwangerschaftswoche sowie einem Foetus vom mens. VII wurden die Unterkiefer entnommen und aufgehellt.

Aufhellungsverfahren (WASSERSUG, R.L. 1976)

Das in Formol fixierte Material wurde 20 Sekunden in einem 70° C Wasserbad erhitzt. Nach mehrfachen Wässern erfolgte die Färbung der knorpeligen Anteile in einer Lösung von 9 mg Alcianblau 869, 60 ml absolutem Alkohol und 40 ml Eisessig für 48 Stunden.
In einem Zeitraum von 4 - 7 Tagen wurden die Präparate bei täglichem Wechsel der Lösungen in reinem Alkohol dehydriert.
Um die knöchernen Anteile anzufärben, wurden sie für 3 bis 5 Tage in 3 %igen KOH, mit 3 bis 4 Tropfen 0,3 %iger Alizarinrot-S-Lösung gegeben. Dann erfolgte eine weitere Behandlung mit einer Lösung aus

einem Teil Benzylalkohol
zwei Teilen absolutem Alkohol
zwei Teilen Glycerin

für 24 Stunden.

Für die Anfertigung von Farbaufnahmen wurde das Material in 100 %igem Glycerin schwimmend in einer Petrischale gelagert. Die Aufnahmen erfolgten mit einem Tessovar von Zeiss.

2. Versuchsreihe

Sechs Foeten der folgenden SSW : 14,5 / 17,5 / 18 / 19,5 / 21 / 22 wurden die Unterkiefer entnommen, die in einer Vilenson-Lösung entkalkt wurden. Die Lösung bestand aus

15 Teilen konzentr. Salpetersäure
85 Teilen 5 %iger Formalinlösung und
5 gr Kaliumacetat.

Danach erfolgte eine Dehydrierung in einer aufsteigenden Alkoholreihe und anschließend eine Einbettung in Paraplast (Paraffin).
Die Schnittserien wurden möglichst frontal bzw. horizontal zum eingebetteten Unterkiefer gewählt, um eine bessere Beurteilung vom räumlichen Verlauf der Strukturen zu ermöglichen.

3. Versuchsreihe

Für diese Untersuchungen wurden zwei jeweils annähernd gleich große Foeten benötigt. Die Beschaffung einer vollständigen Vergleichsserie gelang nicht ganz, da menschliches Untersuchungsmaterial verständlicherweise begrenzt ist. Immerhin konnten wir eine Vergleichsserie aus folgenden Schwangerschaftswochen (SSW) benutzen :

A	17,5 SSW	B	-
	19,5 SSW		19,0 SSW
	22,5 SSW		22,5 SSW
	24,0 SSW		24,0 SSW
	32,0 SSW		32,0 SSW
	36,0 SSW		36,0 SSW

Die A-Reihe wurde ebenfalls aufgehellt und das Ergebnis mit dem Tessovar in Form von Farbdias dokumentarisch festgehalten.
Die B-Reihe wurde gleichfalls aufgehellt, dann aber in Paraffin eingebettet und zu histologischen Serienschnitten verarbeitet. Hier ergab sich die Schwierigkeit, daß ein Entkalken der Präparate zwar das Schneiden erleichtert hätte, Färbungen aber beeinträchtigt.

BEFUNDE

Aufgehelltes Material läßt eine Darstellung von Knochen- und Knorpelteilen im räumlichen Zusammenhang zu, der bei histologischen Serienschnitten schnell verloren geht.

In der 1. Versuchsreihe konnte folgendes dargestellt werden:

a) Unterkiefer 9. SSW

Der Meckelsche Knorpel ist vom Gehörknöchelchen bis zur Symphysenregion des Unterkiefers stark ausgeprägt.

Es besteht keine Verbindung zwischen dem rechten und linken Meckelschen Knorpel in der Symphysenregion.

Die laterale Knochenspange ist nur zum Teil ausgebildet.

b) Unterkiefer 10. SSW

Der Meckelsche Knorpel ist in ganzer Länge darstellbar.

Die laterale Knochenlamelle weist separate Knorpelzentren auf.

c) Unterkiefer 11. SSW

Der Meckelsche Knorpel ist weiterhin in ganzer Länge darstellbar.

Die Knochenlamelle nimmt an Stärke zu.

d) Unterkiefer 14. SSW

Der Meckelsche Knorpel ist in ganzer Länge nachweisbar, nimmt im vorderen Unterkieferbereich eine starke Krümmung ein und ist hier intensiver mit der Knochenlamelle verbunden oder umschlossen. Er zeigt hier eine größere Transparenz.

Im Symphysenbereich ist beidseitig in der oberen Knochenlamelle ein Knorpelpunkt sichtbar. Eine Verbindung mit dem Meckelschen Knorpel ist nicht zu erkennen.

e) Unterkiefer des älteren Präparates (mens VII)
Alle Schädelknochen sind gut ausgebildet. Der Meckelsche Knorpel ist nur noch vage, sehr transparent zu erkennen. Im Unterkieferknochen sind deutliche punktförmige Knorpelinseln verblieben. Sie befinden sich in Höhe der Zahnfächer von I_2 und C, unterhalb der linea mylohyoidea und an der Spitze der Unterkieferhälften.

In der 2. Versuchsreihe konnte folgendes festgestellt werden:

a) Unterkiefer 14,5. SSW

1) Der Meckelsche Knorpel ist nicht bis in die Symphysenregion nachweisbar, sondern erndet in Höhe der Zahnkeime I_2 und C.

2) Ein großes Knorpelzentrum liegt lingual im Symphysenspalt.

3) Ein mentales Knorpelzentrum und Knorpelzellen in der sich bildenden Knochenlamelle sind nachweisbar.

4) Im Symphysenspalt sind angeschnittene Gefäßstränge zu erkennen.

b) Unterkiefer 17,5. SSW

1) Der Meckelsche Knorpel reicht nicht bis in die Symphysenregion.

2) In den Serienschnitten sind mehrere größere Knorpelzentren nachweisbar, die direkt lingual vor dem Symphysenspalt liegen. Durch Überlappung der histologischen Schnitte ergibt sich eine Fortsetzung der Knorpelzentren nach beiden Seiten, strangförmig und lingual der Knochenspange anliegend.

3) In der Knochenlamelle sind Knorpelzellen nachweisbar.

4) Im Symphysenspalt ist ein Gefäßstrang mit großem Durchmesser sichtbar

c) Unterkiefer 18. SSW

1) Der Meckelsche Knorpel erstreckt sich nicht bis in die Symphysenregion.

2) Ein großes Knorpelzentrum befindet sich lingual im Symphysenspalt und der Meckelsche Knorpel ist bis zur Höhe von I_2 und C nachweisbar.

3) Stark ausgeprägte Knorpelzonen lingual zur Symphysenmitte fehlen.

4) In der Knochenlamelle ist ein Knorpelzellnest erkennbar.

5) Im Symphysenspalt ist ein Gefäßstrang größeren Ausmaßes zu sehen, der bei Übereinanderlagerung der histologischen Schnitte weite Teile der Symphyse durchzieht.

d) Unterkiefer 19,5. SSW

Die Präparate sind verschnitten und örtlich nicht einzuordnen. Aussagen können nicht gemacht werden.

e) Unterkiefer 21. SSW

1) Der Meckelsche Knorpel reicht nicht bis zur Symphyse, sondern endet in Höhe der Zahnanlagen I_2 und C. Es sind auf einigen Präparaten zwei Knorpelspangen übereinanderliegend sichtbar. (Artefakt oder durch andere Schnittrichtung getroffene Drehung des Meckelschen Knorpels in diesem Bereich)

2) Die Knochenspange zeigt an der Symphyse kaudal ein mit Bindegewebe umgebenes Knorpelzellnest. Ein weiterer Schnitt zeigt den Bezug zum Meckelschen Knorpel, der auch eine deutliche Isolierung durch Bindegewebe aufweist.

3) Über einen punktförmig angeschnittenen Gefäßkanal in der Symphyse kann keine sichere Aussage gemacht werden.

f) Unterkiefer 22. SSW

1) Der Meckelsche Knorpel erreicht die Symphysenregion nicht.

2) Im Symphysenspalt sind mehrere große Knorpelstücke sichtbar, die nicht mit dem Knochen des Unterkiefers in Verbindung stehen. Im sich verknöchernden Unterkiefer sind Bereiche mit großblasigen Zellen erkennbar.

3) Der Verlauf eines Gefäßkanals mit Verzweigungen ist in der Symphyse gut zu verfolgen. Er liegt genau zwischen den Knorpelstücken, die jeweils einer Seite zuzuordnen sind. Eine direkte Verbindung zum Vestibulum ist nicht festzustellen.

Die 3. Versuchsreihe zeigte folgende Vergleichsergebnisse :

Reihe A

a) 17,5 SSW

1) Der Meckelsche Knorpel ist bis in Höhe der Zahnfächer I_2 und C sichtbar.

2) Die Unterkieferknochenspange ist gut ausgebildet und zeigt keine Farbunterschiede im Symphysenbereich.

b) 19,5 SSW

1) Der Meckelsche Knorpel ist bis in Höhe I_2 und C sichtbar.

2) In der Symphyse sind kleine punktförmige bläuliche Inseln wahrnehmbar.

3) Die Zahnsepten zwischen I_1 und I_2 weisen bläuliche Einlagerungen auf.

c) 22,5 SSW

1) Der Unterkieferknochen ist sehr stark ausgebildet.

2) Der Meckelsche Knorpel ist nur noch sehr transparent

in seiner ganzen Ausdehnung bis in Höhe der I_2 und C wahrnehmbar.

d) 24,0 SSW

1) Der Unterkieferknochen ist stark ausgeprägt.

2) Der Meckelsche Knorpel liegt dem Unterkiefer von lingual lose an.

3) In Höhe der Zahnkeime I_2 und C scheint eine stärkere Verbindung mit dem Knochen zu bestehen. Ein Abziehen des Knorpels ist nicht möglich.

4) Zur Symphysenmitte sind kleine bläuliche Inseln erkennbar, die untereinander im Knochen keine Verbindung aufweisen. Lage der Knorpelinseln : an der oberen mittleren Begrenzung des Unterkieferknochens und im kaudalen Bereich der Knochenspange im geringen Abstand zur Mittellinie.

e) 32,0 SSW

1) Der Meckelsche Knorpel ist nur noch sehr fein und transparent bis in Höhe I_2 und C nachweisbar. Der Knorpel scheint hier weiterhin einen festen Ansatzpunkt zu haben.

2) Es sind weiterhin davon getrennt liegende Knorpelinseln im Unterkiefer zu sehen. (Lage siehe d) 4))

f) 36,0 SSW

1) Der Meckelsche Knorpel ist farblich nicht mehr wahrnehmbar.

2) Die getrennt liegenden Knorpelinseln im Unterkiefer sind nur noch schwach zu erkennen.

Reihe B

a) 17,5 SSW - wegen fehlenden Materials kein Vergleich möglich.

b) 19,0 SSW

1) In der Symphysenregion zeigt der ventrale Unterkieferknochen Knorpeleinlagerungen, die in den Symphysenspalt hineinragen. Die Knorpelfelder sind großblasig, verändern zum Knochen ihre blasenartige Struktur und verkalken am Übergang zum wabenartig erscheinenden Faserknochen.

2) Foramen mentale mediale punktförmig im Schnitt.

3) Meckelscher Knorpel in Höhe des I_2/C sichtbar.

c) 22,5 SSW

1) Knorpeleinlagerungen im ventralen Mandibularknochen. Im Symphysenspalt verstreut liegende Knorpelinseln, die zum Teil in direktem Kontakt mit dem Faserknochen stehen.
Die Knorpelinseln im Symphysenspalt wirken zellulär und farblich konzentrierter.

2) Foramen mentale punktförmig im Anschnitt.

3) Der Meckelsche Knorpel in Höhe I_2/C sichtbar.

d) 24,0 SSW

1) Die Knorpelinseln liegen in geballter Form in der Symphyse.
Eine Verbindung zum sich bildenden Unterkieferknochen wird durch das angrenzende weiche Bindegewebe verhindert.
Die im Knochen verbliebenen Knorpelreste weisen eine zum Rand hin zunehmende Verkalkung auf.

2) Der Meckelsche Knorpel ist in Höhe des C sichtbar.

e) 32,0 SSW

a) Im Symphysenspalt sind kleine ballförmige Knorpelinseln sichtbar.
Die durch Knochen umgebenen Knorpelzellen verkalken einerseits und zeigen in Richtung Symphysenspalt degenerative Auflösungen.

b) Der Meckelsche Knorpel ist in allen Schnittfolgen nicht aufzufinden.

f) 36,0 SSW

a) Im Symphysenspalt liegen vereinzelte, konzentrierte, ballförmige Knorpelinseln, die zur Peripherie hin keine deutliche Abgrenzung zum Bindegewebe aufweisen.
Hier erscheinen die einzelnen Zellstrukturen verwaschen und nicht in der charakteristischen Knorpelanfärbung.
Die im Knochen verbliebenen Knorpelreste haben den blasenartigen Charakter verloren und sind nur noch durch den farblichen Kontrast vomKnochen zu unterscheiden.
Dieser zeigt hier auch nicht die für ihn typische wabenartige Struktur.

b) Zum kaudalen Rand des Unterkiefers ist in der lingualen Mittellinienverlängerung ein ballförmiger Knorpelkern sichtbar.

c) Der Meckelsche Knorpel ist in allen histologischen Schnitten nicht aufzufinden.

DISKUSSION

Zu Beginn der Diskussion soll zunächst ein methodenkritisches Problem kurz angesprochen werden.
Da das genaue Alter der Schwangerschaften, z.B. das sogenannte Ovulationsalter, nicht genau bekannt ist, haben wir versucht, eine Altersbestimmung durch Erfassung der Scheitel-Steiß-Längen und des sogenannten Parietalabstandes zu erhalten. Diese Werte erlauben nach allgemeinen Erfahrungen einen Hinweis auf das Alter des Keimes.

Es muß natürlich einschränkend darauf hingewiesen werden, daß eine individuelle Schwankung existiert, d.h. ein Embryo / Foet mit kleiner Scheitel-Steiß-Länge kann nach den übrigen Kriterien durchaus reifer sein. Da aber eine andere Möglichkeit nicht existiert, glauben wir uns - natürlich mit allem Vorbehalt - berechtigt, auf diese Weise die dadurch gegebenen Altershinweise zu nutzen. Außerdem erlaubt die Verwendung mehrerer Embryonen / Foeten die Konstruktion einer Reihe, die sogenannte "Ausrutscher" kompensieren kann.

In dem von uns untersuchten Zeitraum (von der 9. SSW bis zur 36. SSW), in dem der fertig ausgebildete Meckelsche Knorpel weitgehend verschwindet und die Unterkiefer-Osteogenese abläuft, wurden die Skelettverhältnisse durch die sog. Aufhellungsmethode und im histologischen Schnitt dargestellt. Gerade in diesem Bereich bestehen, wie in der Einleitung im Einzelnen aufgeführt, beim Menschen noch Unklarheiten. Sie betreffen vorwiegend die Herkunft von Knorpelinseln im Symphysenbereich (REINBACH 1963, M.GORET-NICAISE und A.DHEM 1982) und ihre

Beziehungen zum Meckelschen Knorpel, damit zusammenhängend das Verhalten des Meckelschen Knorpels sowie schließlich die Existenz und Bedeutung eines Kanals, der letztlich zur Bildung des "foramen mentale mediale" Anlaß gibt. (PARMA 1938, HENSER 1958, STAFNE 1977, BARR 1980)

Die Aufhellungsmethode (WASSERSUG 1976), durch die sowohl Knorpel- als auch Knochenanteile darstellbar sind, eignet sich für solche Untersuchungen besonders gut. Damit können die Skelettstrukturen dreidimensional in ihrer gesamten Ausdehnung erfaßt werden. Die Unsicherheit, die bei der Auswertung histologischer Schnitte - selbst wenn Schnittserien zur Verfügung stehen - entsteht, wird damit umgangen. Die morphologischen Einzelheiten müssen natürlich histologisch abgesichert werden. Insofern stellt also die Kombination beider Methoden eine sinnvolle Ergänzung dar. Die kombinierte Aufhellungstechnik wurde bisher zur Bearbeitung der Probleme noch nicht genutzt. Ihre Anwendung verspricht daher neue und vor allen Dingen klarere Befunde.

Aus den so erworbenen Befunden läßt sich ablesen, daß der Meckelsche Knorpel sich nicht an der Bildung der Knorpelstücke im Symphysenbereich beteiligt. Er endet vorher und biegt nach medial-caudal um. Diese Vorstellung entspricht den Vermutungen anderer Autoren, die rein histologisch an menschlichem Material gearbeitet haben (BAY 1951, FRIANT 1958, 1960, GORET-NICAISE und DHEM 1982, REINBACH 1963, R.B.STARCK 1973). Allerdings lassen sich in den lateralen Bereichen (I_2 und C) neben der Symphyse im Verlauf des Meckelschen Knorpels

noch vereinzelte Knorpelinseln im Unterkieferknochen nachweisen, so daß deren Herkunft tatsächlich auf den Meckelschen Knorpel zurückgeführt werden kann (WATANABE 1938, MOORE und LAVELLE 1974). Sie persistieren offenbar länger als andere Bereiche. Ihr endgültiges Schicksal ist nicht sicher zu definieren. Es kann aber die Vermutung geäußert werden, daß auch sie allmählich verschwinden, ohne wesentlich zum Aufbau des Unterkiefers beizutragen, also eine chondrale Osteogenese durchmachen. Solche Vorgänge konnten histologisch an diesen Stellen nicht sicher nachgewiesen werden.

Wenn der Meckelsche Knorpel die Symphysenregion nicht erreicht, müssen aber die knorpeligen Stellen der ventralen Mandibulaextremitäten als sekundäre Knorpel betrachtet werden, d.h. Knorpel, der sich nicht auf direktem Wege aus dem Meckelschen Knorpel entwickelt.

Hier sind auch in einzelnen Schnitten Hinweise für eine chondrale Osteogenese im Sinne einer Blasenknorpelbildung nachzuweisen (STARCK 1965, BHASKAR 1976, RICHANY, BAST u. ANSON 1956, GORET-NICAISE, DHEM 1982).

Im Gegensatz zur Arbeit von GORET-NICAISE 1984 sind wir der Meinung, daß dieser sekundäre Knorpel dann nur zum Teil eine endochondrale Ossification durchläuft. Andere Teile verbleiben als rudimentäre Knorpelinseln im Symphysenspalt und sind als Chondriola symphysea (TOLDT 1905, GORET-NICAISE 1984) bis zur Geburt nachzuweisen.

Es sind nach unseren Untersuchungen also keine Reste des Meckelschen Knorpels, somit sind sie sekundärer Natur.

Da dieser Entwicklungsprozeß bisher nur im menschlichen Material gesehen wurde, ist die Vermutung berechtigt, daß sie an der spezifischen Bildung des menschlichen Kinnes in irgendeiner Weise beteiligt sind. Das Vorkommen von sekundärem Knorpel stellt kein außergewöhnliches Phänomen dar, da im Bereich des Angulus mandibulae und der Fortsätze des Ramus mandibulae solche Vorgänge inzwischen bewiesen sind (BAY 1956, REINBACH 1963, CREDNER 1972). Während diese Sekundärknorpel aber an der Vergrößerung und Modellierung des Unterkiefers im Bereich des Angulus und Ramus beteiligt sind, bleibt die genaue Bedeutung und Funktion der entsprechenden Strukturen im Symphysenbereich noch abzuklären. Diese Untersuchungen werden sich aber als schwierig gestalten, da am menschlichen Material experimentelle Techniken nicht anwendbar sind. Es bleiben nur die genaue Erfassung großer und kontinuierlicher Zeitreihen übrig.

Durch histologische Untersuchungen konnten einige Hinweise auf die Entstehung des Foramen mentale mediale gefunden werden. Offenbar entwickelt sich diese Struktur aus einem Kanal der den Symphysenbereich durchzieht und Gefäße enthält. Er obliteriert während der Entwicklung und ist später nur noch als eine Grube im Unterkieferknochen nachweisbar. Die funktionelle Bedeutung und auch die Herkunft der Gefäße kann allein aus der histologischen Darstellung dieser Region nicht aufgeklärt werden. Theoretisch kann sowohl eine Herkunft aus der Arteria lingualis als auch aus den Endästen der Arteria mandibularis diskutiert werden.

Eine Abklärung dieses Problems ist aber nicht sicher zu erreichen, da höchstens sehr aufwendige Schnittserien über den gesamten Bereich des unteren Gesichtsschädels Aufschluß geben könnten. Darüber hinaus finden sich in der Literatur keine Hinweise, die zur Aufklärung dieser Problematik genutzt werden könnten.

Zusammenfassend kann aber gesagt werden, daß das Foramen mentale mediale eine reale Struktur darstellt, die durch die Obliteration eines Kanals entsteht, der in den von uns berücksichtigten Entwicklungsphasen nachgewiesen werden kann.

Die individuellen Variationen in der Ausprägung dieser Struktur - sie ist nur in einem nicht bekannten Prozentsatz der Fälle bei Erwachsenen sicher erkennbar - müssen mit den unterschiedlich ausgeprägten Obliterationsvorgängen erklärt werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Durch die Kombination der Aufhellungsmethode mit einer systematischen histologischen Schnittführung konnte erstmals der Einfluß des Meckelschen Knorpels auf die Unterkieferentwicklung mit besonderer Berücksichtigung der Symphysenregion untersucht werden.

Die kombinierte Aufhellungstechnik belegte deutlich, daß der Meckelsche Knorpel zur Zeit seiner längsten Ausdehnung keine Verbindung in der Symphysenregion mit der Knorpelspange der anderen Unterkieferseite eingeht.

In einzelnen histologischen Schnitten konnten Knorpelinseln an den ventralen Mandibularextremitäten und im Symphysenspalt nachgewiesen werden, die aber in keinem Zusammenhang zum Meckelschen Knorpel standen.
Sie sind sekundärer Natur und auf eine chondrale Osteogenese, d.h. Blasenknorpelbildung, in diesem Bereich zurückzuführen. Die eventuelle Beziehung zwischen der Ausprägung des menschlichen Kinnes mit diesem Prozeß sollte nicht übersehen werden und ist noch abzuklären.

Der Meckelsche Knorpel persistiert längere Zeit im lingualen Bereich bis in Höhe des caninus bzw. zweiten incisivus und liegt dort dem sich bildenden Unterkieferknochen in punktförmigen Bereichen intensiver an, so daß

später noch nachzuweisende Knorpelinseln im lateralen Unterkieferknochen tatsächlich dem Meckelschen Knorpel zuzusprechen sind. Das Schicksal dieser im lateralen Knochen befindlichen Knorpelinseln konnte histologisch nicht verfolgt werden.

Durch eine systematische histologische Schnittführung im Symphysenbereich des menschlichen Unterkiefers konnte eine horizontal verlaufende Gefäßstruktur in der Symphyse dargestellt werden, die somit eine Erklärung für das in einigen Fällen röntgenologisch nachzuweisende foramen mentale mediale ist, und dieses als eine reale anatomische Struktur im menschlichen Unterkiefer ausweist.

Aus welcher Arterie diese Gefäßstruktur hervorgeht, ist unklar.

LITERATURVERZEICHNIS

BABSON, S.G. — Growth of low birth weight infants. Journal of pediart. 77 11-18 (1970)

BARDELEBEN, K. — Der Unterkiefer der Säugetiere, besonders des Menschen. Anatom. Anzeiger 26 104-111 (1905)

BARR, J.H. und STEPHENS — Dental Radiologie WB Saunders Comp. Phil., London, Toronto S. 247 (1980)

BAUMÜLLER, B. — Über die letzten Veränderungen des Meckelschen Knorpels. Zeitschr. Wiss. Zoologie Bd. 32, 466, (1879)

BAY, R. — Die umwegige Entwicklung des menschlichen Unterkiefers im Lichte der Zahnentwicklung und der extrauterinen Frühzeit Bd. 11, 5-18, (1950/51)

BECKER, R. — Das Wachstum des Unterkiefers Dtsch.Zahn-, Mund-, Kieferhk. Bd. 44, 177 (1965)

BERSCH, W. und REINBACH, W. — Das Primordialcranium eines menschlichen Embryo von 52 mm Sch.-St.-Länge Zur Morphologie Z.f.Anat.u.Entwicklungsgesch. Bd. 132, 240-259 (1970)

BHASKAR, S.N. Growth Pattern of the Rat Mandible from 13 days in semi nation Age to 30 days after B irth Am.J.Anat. 92 1. Bd. 92 (1953)

BHASKAR, S.N. and WEINMANN, M.D. and SCHOUR, J. Role of Meckel´s Cartilage in the developement and growth of the rat mandible. J.Dent.Research 31, 500, S. 408 (1952)

BHASKAR, S.N. WEINMANN, M.D., and SCHOUR, J. The Growth Pattern of Tibia in Normal and ia Rats. Am.J.Anat. 86, 439 (1950)

BONNER, J.T. Evolution and Development Life Sciences Research Report Berlin Springer Verlag S. 356 (1982)

BROCK, J. Über die Entwicklung des Unterkiefers der Säugetiere Ztschr. wiss.Zool. 27, 258 (1876)

CALLENDER, G.W. The formation and early growth of the bones of the human face. Communicated by J.Paget FRS.Philos.Transact. Vol. 159, P. 163-172 (1870)

CLARA, M. Entwicklungsgeschichte des Menschen Verlag Quelle u. Meyer Hamburg 1967 6.Aufl.

CREDNER, W. Zum Problem der Unterkieferentwicklung bei menschl.Embryonen. Diss. in Berlin, S. 37 (1972)

DHEM, A.
VINCENT, E.
Etude microradiographique de l´ossification endochondrale.
Acta anat.
40, S. 121-129 (1960)

DHEM, A.
VINCENT, E.
Analyse microradiographique du skelette
Recipe 24, S.515-536 (1965)

DURSY, E.
Zur Entwicklungsgeschichte des Kopfes des Menschen und der höheren Wirbeltiere
Tübingen 1869, P.120

ENDEMANN, E.
Über umwegige Entwicklung am Unterkiefer. Untersuchungen am Menschen und Rind.
Med.Diss. Freiburg i.Br. (1935)

FAWCETT, E.
Ossification of Lower Jaw in Man.
J.A.M.A. 45, 697 (1905)

FOIK, M.
Das elektronenmikroskopische Bild des Meckelschen Knorpels bei der Ratte bis zur Geburt.
Med.Diss. FU-Berlin (1970)

FRIANT, M.
Le début de l´ossification du cartilage de Meckel
C.R.Acad.Sci
244, 1071 (1957)

Sur les premiers stades d´ossification du cartilage de Meckel.
Acta.anat.
32, 100-114 (1958 a)

Sur l´evolution du cartilage de Meckel.
Acta.anat.
34, 292-297, (1958 b)

L´evolution du cartilage de Meckel humain, jusqu´à la fin du sixième mois de la vie foetale. Acta. anat. 41, 228-239 (1960)

Sur l´ossification du cartilage de Meckel d´une chauve-souris, le grand murin (Chiroptera, Myotis myotis) Acta. anat. 57, 66-71 (1964)

L´evolution du cartilage de Meckel humain en rapport avec la brièveté de la face. Anthropos (Brünn), 19, 88, (1967)

FRICKE, R. Das primäre Kiefergelenk Verhandl. Anat. Gesellschaft 77 12-32 (1983)

FROMMER, J. und MARGOLIES, M.R. Contribution of Meckel`s Cartilage to Ossification of the Mandible in Mice Journ. of Dent. Research 50, S. 1260 (1971)

GORET-NICAISE, M. u. DHEM, A. Rôle du cartilage condylien dans la croissance mandibulaire. Acta.anat. histol.embryol. 62, S. 95-102 (1979)

Presence of chondroid tissue in the symphyseal region of the growing human mandible. Acta. anat. 113, S. 189-195 (1982)

GORET-NICAISE, M. Die Symphysis menti beim menschlichen Feten Anat.Anz., Jena 156 S. 217-224 (1984)

HALL, B.K. Development and Cellular Skeletal Biology New York and London; Academic Press (1978)

HALL, B.K. The role of tissue interactions in the growth of bone. In Dixon AD, Sarnat Factors and Mechanisms Influences Bone Growth.

How is Mandibular Growth controlled during Development and Evolution? J. of Craniofacial Genetics and Developmental Biologie 2, S. 45-49 (1982)

HENSER, H. Zahnärztliche Röntgendiagnostik Z.Ä.Fortbildung, Heft 8 (1958) Joh.Ambr.Barth, Leipzig S. 5-7, 2. Aufl.

HÖHLING, H.J. Collagen Mineralization in Bone, Dentin, Cementum and Cartilage. Naturwissenschaften 56, S. 466 (1969)

KIRSCH, Th. Röntgenologische Studie am fetalen Unterkiefer D.Z.M.K. 23, Heft 5 u. 6, S. 36 S. 177 (1955)

Über die Lage und Verlauf des Nervus mandibularis und die Anlage des Mandibular-Kanals D.Z.M.K. mit Zentralblatt 23, S. 36 (1955/56)

KNESE, K.H. Die Diaphysäre chondrale Osteogenese bis zur Geburt. Z.Zellf. 47, S. 80-113 (1957)

KNESE, K.H. und KNOOP, A.M.
EM und Histochemische Untersuchungen am Knorpelgewebe über den Ort der Bildung von Mukopolysaccarid - Protein - Komplex.
Z.Zellf.
53, S. 201-258 (1961)

KOELLIKER, A.
Allg. Betrachtungen über die Entstehung des knöchernen Schädels bei Wirbeltieren. Ber. wiss.zool. Anat., Würzburg. Zweiter Bericht für das Schuljahr 1847-48.
W.Engelmann Verlag, Leipzig
1849, 35-42 (1849)

KRAUS, B. und H. Kitamura und R.A. LATHAN
Atlas of Developmental Anatomie of the face.
Edition by Harper and Row
New York - London (1966)

LANGMANN, J.
Medizinische Embryologie
Georg Thieme Verlag,
Stuttgart (1970)

LOW, A.
The Development of the lower Jaw in Man.
Proc. Anat.Soc.Gr.Britain a. Ireland
J.Anat.Physiol. (new series)
9 (1905)

Further Observation on the Ossification of the Human Lower Jaw.
J.Anat.Physol. London
44, 83 (1909)

MARONNEAUD, P.H.
L'ossification des formations cartilagineuses du prèmier arc branchial chez l'homme.
Rev.odonto-stom. Bordeaux,
6, S. 11 u. 42 (1948)

MASQUELIN, H. Recherches sur le dévelopement du maxillaire inferieur de l'homme. (Bulletins de l'Acad. roy. de Belguique 2me série T.XLV.Nr.4 (1878)

MECKEL, J.F. Handbuch der Menschlichen Anatomie, Bd. 4, S. 47. Buchhandlung des Hallischen Waisenhauses, Halle/Berlin (1820)

MERKER, H.J. Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Knorpel und Knochengewebe Verlag Urban und Schwarzenberg München etc., Bd. I (1972)

MOORE, W.J. and LAVELLE, C.L.B. Growth of the facial skeleton in the hominoidea. Academic Press, S. 130 (1974)

MOSS, M.L. Functional analysis of human mandibular growth J. Prosth.Dent. 10, S. 1149 (1960)

PARANT, M. Morphologie de laune dentaire jusqu'au troisième mois de la vie intra- utérine Actualités odontostomat. 4, 7 (1950)

PARMA, C. Irrtümer der Röntgendiagnostik in der Stomatologie Bd. 10, Urban und Schwarzenberg, Berlin, S. 8 (1938)

PERMAR, D.
Oral Embryologie and Microscopic Anatomy
Verlag Lea u. Febiger
Philadelphia, 3. Aufl. (1963)

REINBACH, W.
Das Cranium des menschl. Feten von 93 mm SSL
Ztschr.f.Anat.u.Entw.gesch.
124 1-50 (1963)

RICHANY, S.F., BAST, T.H. and ANSON, S.J.
The Development of the first branchial arch and the fate of the Meckel's cartilage.
Quart Bull Northwestern Union Med.School Chicago
30 S. 331-355 (1956)

SCHAFFER, J.
Die Verknöcherung des Unterkiefers und die Metaplasiefrage.
Arch. mikroskop.Anat. und Entwicklungsmechanik
32, S. 266-377 (1888)

SCHINZ u.a.
Lehrbuch der Röntgendiagnostik
Georg Thieme Verlag, Bd. III
6. Aufl., 1966
S. 536, S. 547

SCHULZE, H.
Einführung in die Kieferorthopädie
Anamnese und Befunderhebung
Quintessenz-Verlag Berlin
Band I, 2. Aufl. S. 79
(1980)

SCHWARZKOPF
Die dentale Röntgendiagnostik und ihre klinische Auswertung.
Dentistischer Verlag Hüthig
Heidelberg, S. 144 (1950)

SPATZ, W.B.
Die Ontogenese des Cartilago Meckeli und der Symphysis mand. bei Tupaia glis (Diard. 1820) in Folio primat. 6, 180-203
(1967)

STAFNE, E. Röntgendiagnostik des Mundes und der Zähne
Medica Verlag Stuttg.
4. Auflage, Buch Nr. 766
S. 6 (1977)

STARCK, D. Embryologie
Georg Thieme Verlag Stuttg.
(1965)

STARK, R.B. Development of the Face
Surg.Gynecol.Obstet.
137, 403 (1973)

TÖNDURY, G. Normale Anatomie und Entwicklung des Milchgebisses mit Bemerkungen zur Entwicklung des Gesichtes und des Gaumens.
Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde im Kindesalter.
Hrsg. Harndt, E. und H.Weyers
Verlag "Die Quintessenz"
Berlin (1967)

TOLDT, C. Die Ossicula mentalia und ihre Bedeutung für die Bildung des menschlichen Kinnes.
Sitz.Ber.Akad.Wiss. Wien
math.naturw.Kl. Wien 114
657-692 (1905)

WATANABE, Y. Untersuchungen über die Entwicklung der Mandibula des Menschen mit besonderer Berücksichtigung der Bildung der Zahnkeime und Alveolen.
Zentralblatt f.d. Ges.Z. und Kieferheilkunde
Bd. 5, H3 und 4 (1940)

WASSERSUG, R.L. Procedure for differential staining of cartilage and bone in whole formalin-fixed vertebrates
Stain Techn.
51 131-134 (1976)

Bildmaterial

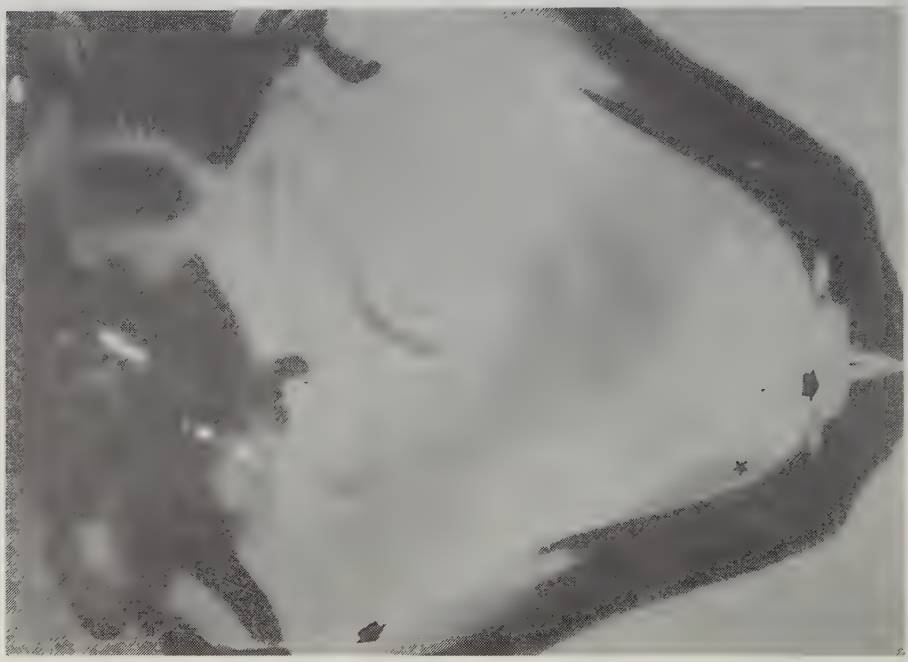

Abb. 1

14. SSW

An der sich bildenden Knochenspange (✻) liegt der Meckelsche Knorpel lingual an. Er reicht bis in den Symphysenspalt (▬). Nach einer medial-kaudalen Biegung (★) berühren sich die beiden Knorpelspangen nicht in der Mittellinie (←).

Abb. 2 17,5 SSW

Der Meckelsche Knorpel endet in Höhe der Zahnfächer I_2 / C (➡).

Abb. 3 19,5 SSW

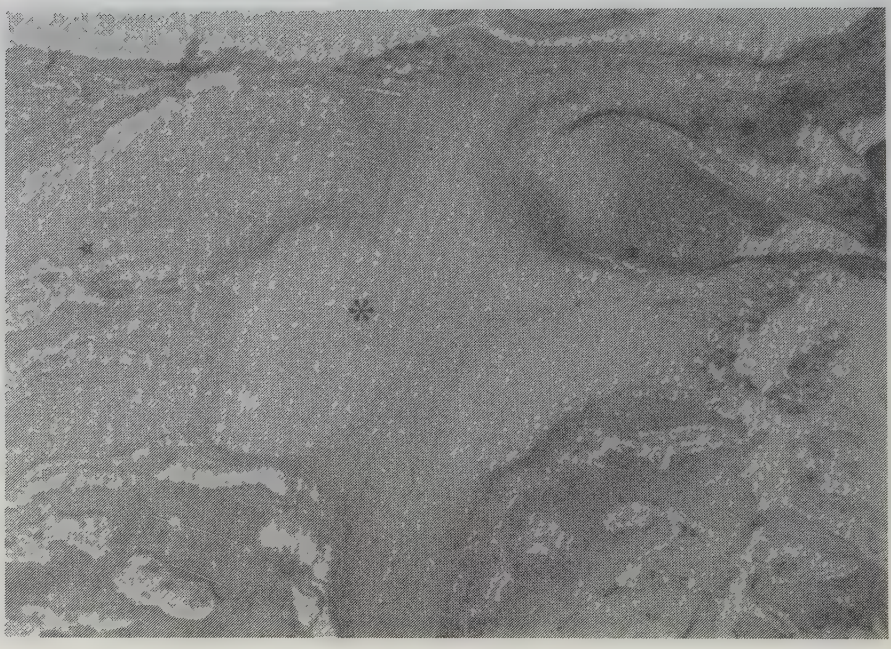

Abb. 4

19,0 SSW

Knorpelfelder ragen in den Symphysenspalt hinein.
Veränderungen der blasenartigen Struktur und Verkalkungen am Übergang zum Faserknochen (★).
Eine klare Trennung der Knorpelinseln zum Bindegewebe im Symphysenspalt ist nicht erkennbar (✻).

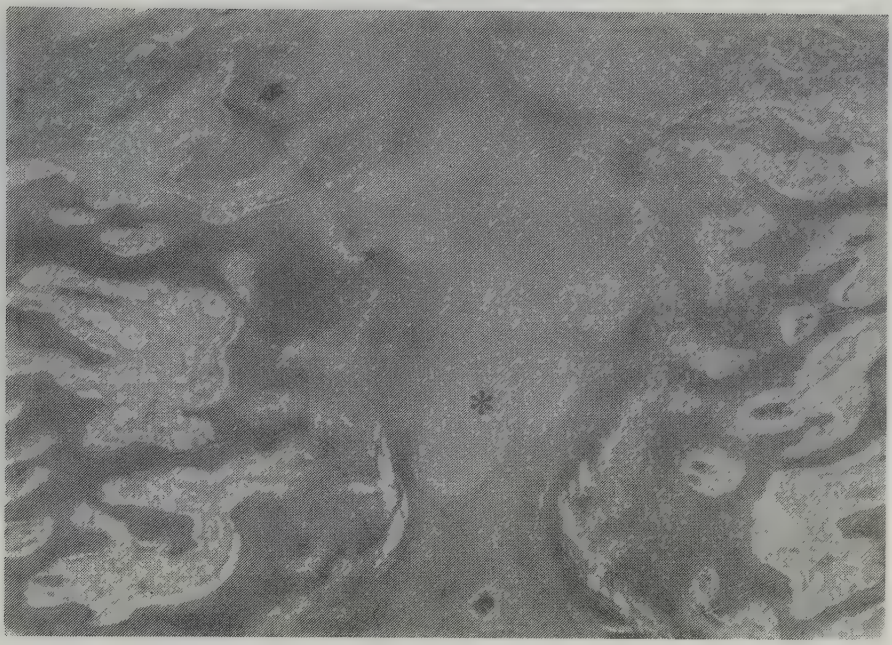

Abb. 5

22,5 SSW

Knorpelinseln im Symphysenspalt (✻) teils mit direktem Kontakt zum Knochen (★).
Im Knochen verbliebene Knorpelreste (➡).

Abb. 6

24,0 SSW

Ballförmig konzentrierte Knorpelinseln in der Symphyse ohne Verbindung zum angrenzenden Knochen (➡).
Knorpelreste in den Knochenlamellen mit Verkalkungserscheinungen (★).

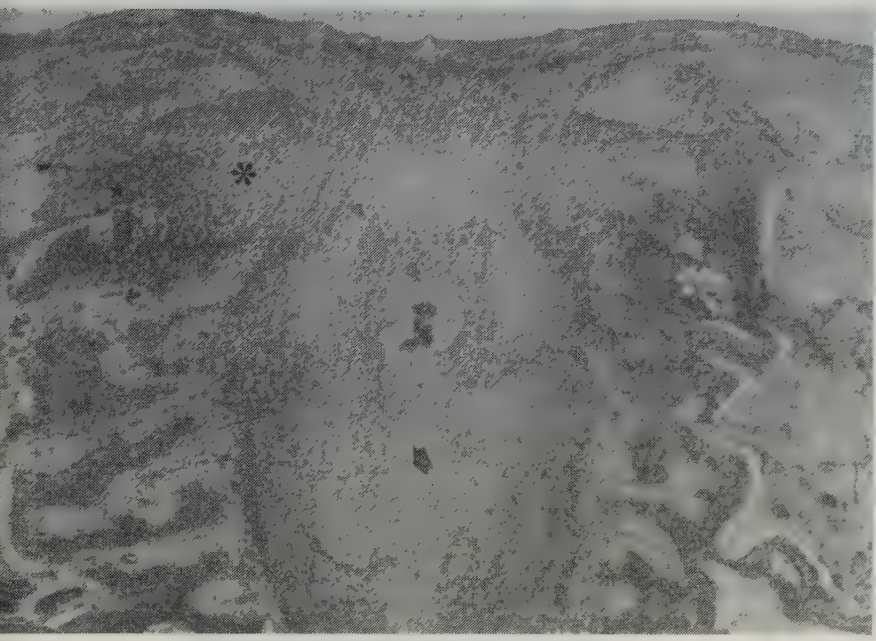

Abb. 7

32,0 SSW

Im Symphysenspalt kleine ballförmige Knorpelinseln, die zum peripheren Bindegewebe keine Abgrenzung aufweisen (➡).
Im Knochen befindliche Knorpelzellen - teils mit Verkalkungserscheinungen (★) - teils mit degenerativen Veränderungen (✻).

Abb. 8

36,0 SSW

Konzentrierte Knorpelinseln im Symphysenspalt umgeben von einer verschwommenen Bindegewebsstruktur (➡).
Nur noch durch farblichen Kontrast erkennbare im Knochen verbliebene Knorpelzellen (✱).

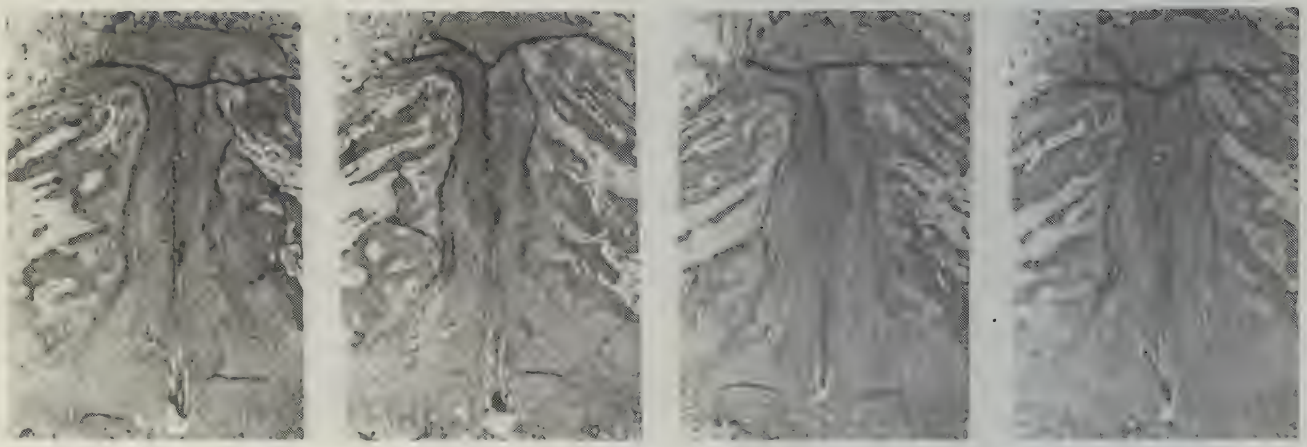

Abb. 9

17,5 SSW

Vier horizontale Schnitte durch den vorderen Bereich des menschlichen Unterkiefers zeigen den Verlauf eines Blutgefäßes im Symphysenspalt von lingual nach vestibulär.

Vergrößerung 1 : 30

Abb. 10

17,5 SSW

Das Gefäß im vergrößerten Ausschnitt (➡).

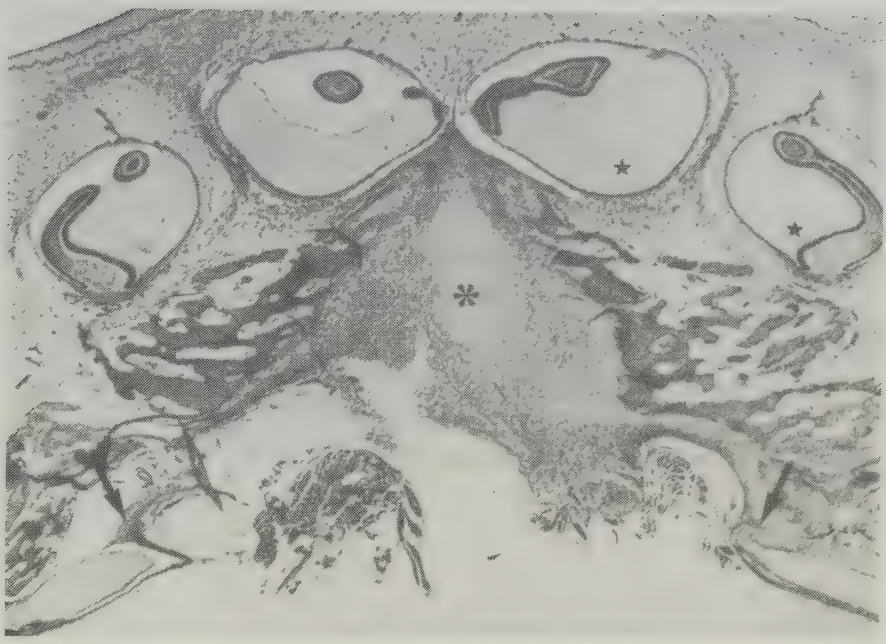

Abb. 11

18,0 SSW

Ein horizontaler Schnitt durch den vorderen Bereich des menschlichen Unterkiefers mit den Zahnkeimen I_1 / I_2 (★). Der Meckelsche Knorpel endet in Höhe der Zahnkeime I_2 / C (⟶). Knorpelgewebe lingual in der Symphyse sichtbar (✱).

Ich möchte an dieser Stelle besonders Herrn Professor Dr. Merker und seinen Mitarbeiterinnen, Frau Stürje, Frau Stein und Frau Wolff, danken. Sie haben mir jederzeit helfend zur Seite gestanden und haben es mir ermöglicht, auch nach dem Eintritt in den zahnärztlichen Beruf und damit verbundenem Verlassen Berlins meine Dissertation fertigzustellen.

Lebenslauf

Am 30. Mai 1959 wurde ich, Elisabeth Weinle, als Tochter des Diplomingenieurs Karl Weinle und seiner Ehefrau Annette, geb. von Lintig, in Bremerhaven geboren.

In meinem Heimatort Bederkesa besuchte ich von 1966 bis 1971 die Mittelpunktschule und anschließend bis 1978 die Niedersächsische Heimschule Bederkesa. Diese ist ein Gymnasium der siebenklassigen Normalform, mathematisch-naturwissenschaftlicher Schultyp. Ich legte dort am 9. Mai 1978 meine Reifeprüfung ab.

Am 1. Oktober 1978 schrieb ich mich an der Reichsuniversität Gent (Belgien) im Fach Zahnmedizin ein, nachdem ich zuvor in einem zweimonatigen Sprachkursus die für die Vorlesungen erforderliche niederländische Sprache erlernt hatte.

Ich bestand am 7. Juli 1979 in Gent die erste Kandidatur Zahnmedizin. Diese Prüfung war Grundlage zur Anerkennung des Vorphysikums in Zahnmedizin durch die Bezirksregierung Hannover. Im Anschluß absolvierte ich die zweite Kandidatur in Gent bis zu meiner Immatrikulation an der Freien Universität Berlin im Fach Zahnmedizin am 29. April 1980.

An der Freien Universität Berlin bestand ich am 8. April 1981 das Physikum und legte am 4. April 1984 das Staatsexamen ab.
Die Approbation als Zahnärztin wurde mir dort am 17. April 1984 erteilt.

Seit dem 2. Mai 1984 arbeite ich als Assistenzzahnärztin in einer Zahnarztpraxis in Grasberg bei Bremen.

2852 Bederkesa, den 1. März 1985

Papyrus-Druck GmbH Berlin ☎ 3416451
Dissertationen